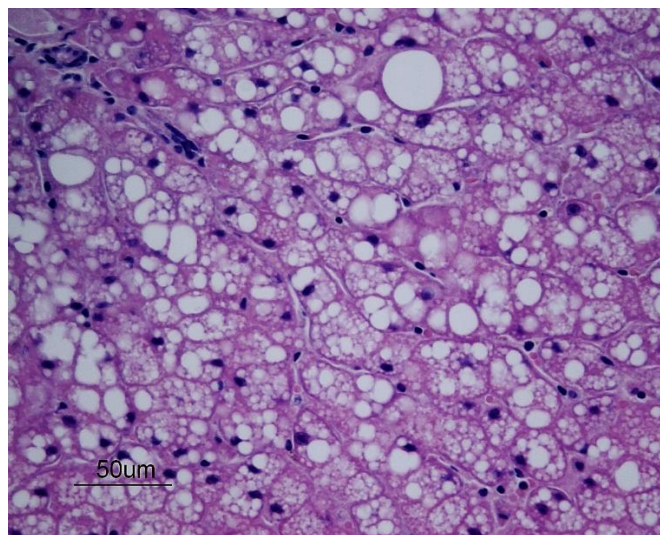


Leverförfettning – förekomst hos älg i norra Sverige

**Fatty liver disease – presence in moose (*Alces alces*)
in the north of Sweden**



Emma Johansson

*Uppsala
2020*

Leverförfettning – förekomst hos älg i norra Sverige

Fatty liver disease – presence in moose (*Alces alces*) in the north of Sweden

Emma Johansson

Handledare: Elisabet Ekman, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Biträdande handledare: Jonas Malmsten, institutionen för vilt, fisk och miljö

Examinator: Fredrik Södersten, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0869

Kursansvarig institution: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2020

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Omslagsillustration: Fotografi taget av Emma Johansson

Nyckelord: älg, *alces alces*, leverförfettning, metabolism, reproduktion, hepatit

Key words: moose, *alces alces*, fatty liver, metabolism, reproduction, hepatitis

Sveriges lantbruksuniversitet

Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

SAMMANFATTNING

Leverförfettnig är ett syndrom som kan orsakas av flera olika faktorer och är vanligast beskrivet hos mjölkkor kring kalvning, men även hos andra domesticerade djur. Leverför-fettnig innebär att ett ökat antal lipider ackumuleras i levern på grund av bristande förmåga hos levern att oxidera lipiderna eller att utsöndra dem. Orsaker till ackumuleringen av lipider kan vara ett ökat intag av kolhydrater eller en ökad mobilisering av triglycerider från fettvävnaden till exempel vid laktation, svält eller endokrina rubbningar. Kliniska symtom vid leverförfettnig kan variera men de vanligaste är nedsatt aptit, depression, snabb avmagring och svaghet. Flertalet djur kan också få ospecifika symtom som nedsatt våmmotilitet och nedsatt mjölkproduktion. Hos vilda djur är syndromet sällan beskrivet men enligt vår kännedom finns ett fåtal studier, bla på hjort som beskriver syndromet. Efter att älgjägare 2017 beskrev misstänkt leverförfettnig hos ett antal fällda älgdjur inleddes denna undersökning under hösten 2018. Syftena var att undersöka a) förekomst av leverförfettnig hos älgdjur under parningssäsongen, b) skillnader i vikt hos älgdjur med och utan leverförfettnig, c) om det är vanligare före eller efter brunstperioden.

I studien har älgdjur skjutna under jakten 2018 provtagits av jägare inom olika älgskötsel-områden från norr om Dalälven upp till Jämtland. Provtagningen bestod av en leverbit fixerad i formalin samt en underkäkeshalva. Totalt samlades prover från 73 älgdjur och med proverna följde information om datum för avlivning, slaktvikt, uppskattad ålder, makroskopiskt utseende på levern, hornuppsättningen samt vilket jaktlag och älgskötselområde skytten tillhörde. Leverproverna processades till histologiska snitt och underkäkeshalvorna sågades isär för att benmärgen skulle kunna plockas ut och vägas och torkas. Tänderna undersöktes för att ålders-bestämma tjuren framför allt genom att räkna linjer i cementen i första molaren.

Av de undersökta proverna bedömdes 27 innehålla artefakter vilket försvårade korrekt bedömning. Dessa uteslöts ur studien. Av de insamlade proverna kunde 45 användas varav fyra (8,8 %) diagnostiserades med olika grad av leverförfettnig efter histologisk undersökning av levern. Dessa fyra individer var mellan två och sju år gamla och hade en signifikant högre slaktvikt än de djur som saknade leverförfettnig. Tre av dessa älgdjur hade inga makroskopiska förändringar på levern men den fjärde hade en gulflammig lever med nedsatt konsistens och rundade kanter. Sex (13,3 %) av älgarna hade dessutom olika typer av hepatit. Studien visar att leverförfettnig förekommer hos älg, vilket inte tidigare visats. Det positiva sambandet mellan kroppsvikt och förekomst av leverförfettnig kan förklaras med att tyngre älgdjur investerar mer i parningssäsongen genom att öka sin aktivitetsgrad, röra sig över större områden samt minskar sitt födointag. I studien har det inte tagits hänsyn till miljöfaktorer såsom fodertillgång och klimatpåverkan vilket skulle kunna inkluderas i vidare studier. Det har inte tagits hänsyn till jaktens påverkan och om den har någon påverkan.

SUMMARY

Fatty liver is a syndrome with multifactorial causes and is usually described in dairy cows in the period for calving but also in other domestic animals. Fatty liver occurs when there is a accumulation of lipids within the lever because of lacking in the oxidation of lipids or in the secretion of lipids. Causes to this accumulation can be a high dietary intake of carbohydrates or a increased mobilisation of triglycerides from the fat tissue for example at lactation, starvation or endocrine disorders. Clinical symptoms for fatty liver are reduced appetite, depression, fast loss of weight and weakness. Unspecific symptoms can also be reduced rumen motility or decreased milk production.

The aim of the study was to investigate if fatty liver disease is present in bull mooses in the north of Sweden. To our knowledge a study like this has not been performed earlier. The study was conducted in male moose harvested during the hunt in 2018. Hunters in different moose management areas from north Dalälven to Jämtland were asked to sample moose. The sampling consisted of a liver piece fixed in formalin and a mandible. In total 73 samples were collected. The hunters were also asked to submit a protocol in conjunction with the sampling which included information on the dates of harvest, carcass weight, estimated age, macroscopic appearance of the liver, antler set, and which hunting team and moose management area the moose was harvested in. The liver samples were processed to histological preparations and the mandibles were cut apart so that the bone marrow could be removed, weighed, and dried. The teeth were examined to determine the age of the bull, primarily by counting lines in the dental cement of the first molar.

Of the total number of samples analysed, 27 samples contained artefacts and could not be assessed. They were not included in the study. The remaining 45 liver preparations were assessed and four of these were diagnosed with varying degrees of fatty liver after histological examination. Thus 8,8% of the investigated moose samples had fatty liver disease of varying degrees. All the diagnosed moose bulls were between two and seven years old and had a mean carcass weight that was significantly higher than moose without fatty liver disease. Three of these moose bulls had no macroscopic changes in the liver, but the fourth had a yellow liver with reduced texture and rounded edges. We also find six moose bulls (13%) with different types of hepatitis.

INNEHÅLL

INLEDNING	1
LITTERATURÖVERSIKT.....	2
Idisslarens metabolism	2
Negativ energibalans och lipidmetabolism i levern	2
Patofysiologi leverförfettning.....	2
Klinisk bild leverförfettning.....	3
Diagnostisering av leverförfettning.....	4
Hepatit	4
Älgtjurens reproduktion	4
Åldersbestämning av älg	5
Slaktvikt	5
Hullbedömning och benmärgsbedömning.....	5
Hornuppsättning	5
MATERIAL OCH METODER.....	6
Studiedesign	6
Histopatologisk undersökning av lever	7
Åldersbestämning	7
Hullbedömning	7
Slaktvikt	7
Benmärg	7
Hornuppsättning	7
Statistiska analyser	7
RESULTAT	8
Datum	9
Älgförvaltningsområde.....	9
Ålder.....	9
Hullbedömning.....	9
Slaktvikt	9
Benmärg	9
Hornuppsättning	10
Makroskopisk bedömning av levern	10
Mikroskopisk undersökning av levern	10
Övriga fynd	12
DISKUSSION	14
Övriga fynd	16
POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING	18
REFERENSER.....	19

INLEDNING

Leverförfettning är ett syndrom som kan orsakas av flera olika faktorer. Leverförfettning innebär att ett ökat antal lipider ackumuleras i levern och kan exempelvis bero på ett ökat intag av kolhydrater eller en ökad mobilisering av triglycerider från fettvävnaden vid exempelvis svält och laktation. De kliniska symtom som ses vid leverförfettning är bland annat nedsatt aptit, nedsatt allmäntillstånd, snabb avmagring och svaghet.

Älgen har ett stort värde i vår del av världen genom att via jakt ge tillgång till hållbar mat, rekreation samt turism. Jakt i olika former är för många i Sverige en viktig fritidsaktivitet. Den genomsnittliga jägaren spenderar mer än 20 dagar per år på älgjakt och årligen skjuts det ca 80–85 000 älgar (Svenska Jägareförbundet, 2020). Förutom rekreationsvärdet så kan köttet få ett betydande värde för det egna hushållet (Boman *et al.*, 2011). Enligt Naturvårdsverket (2020) hade 287 362 jägare löst jaktkort för jaktåret 2018/2019 vilket är ett krav för att få jaga i Sverige.

Under älgjakten i Jämtland och Hälsingland 2017 rapporterades observationer av sjuka och fällda älgdjur med symtom som svaghet och avmagring men också en gulaktig och ljus lever. Dessa fynd kan vara tecken på leverförfettning men inga prover undersöktes på laboratorium och diagnosen kunde därmed inte bekräftas. Leverförfettning är ett välkänt syndrom som har påvisats hos flertalet av våra djurarter bland annat mjölkkor (Collins och Reid, 1980), katt (Center, 2005) och ponnyer (Schotman och Wagenaar, 1969) men har även påvisats hos kronhjort och dovhjort (Zomborszky och Husvéth, 2000). Leverförfettning är associerad med en negativ energibalans och kan bland annat ses i sen dräktighet hos mjölkkor hos dov- och kronhjort påträffats i samband med dess brunstperiod (Zomborszky och Husvéth, 2000). Enligt vår kännedom har ingen studie tidigare beskrivit leverförfettning på älg.

Syftet med studien är att undersöka om leverförfettning förekommer hos svenska älgdjur eller om någon annan histopatologisk förändring kan förklara de fynd av gulaktiga och ljusa lever som gjorts. Vi ska undersöka om eventuella förändringar ses hos unga, medelålders eller äldre djur, om det finns samband med älgarnas hull, samt om älgarna är skjutna före (septemberjakt) eller efter brunstperioden (oktoberjakt).

De hypoteser som ska testas är a) leverförfettning förekommer hos älgdjur i norra Sverige under parningssäsongen, b) det är vanligare hos större än mindre djur och c) det är vanligare under september än oktober månad.

LITTERATURÖVERSIKT

Idisslarens metabolism

Älgen är en idisslare och dess magar har utvecklats för att kunna digerera fibrösa material som exempelvis cellulosa. Detta tillåter idisslaren att utnyttja växter som har ett högt fiberinnehåll och lågt näringsvärde som exempelvis gräs eller kvistar. En idisslares främsta källa till energi är kolhydrater men förmågan att lagra dessa är begränsad (Herdt, 2000). Kolhydrater omvandlas i våmmen till flyktiga fettsyror. (Dijkstra *et al.*, 2005). Våmmen tillsammans med nätmagen och cecum är de viktigaste organen för metabolism av fettsyror (Loften *et al.*, 2014). De flyktiga fettsyrorna består framför allt av ättiksyra, propionsyra samt smörsyra. Ättiksyra absorberas genom våmmens vener där en del används som energi i våmmens vävnad medan resterande del används ute i kroppen till fettsyntes och som energikälla. Propionsyra passerar våmmen till levern där den största delen av upptag sker och används tillsammans med aminosyror till stor del för glukoneogenesen. Smörsyra metaboliseras i hög grad i våmmens vägg till ketonkroppar (Dijkstra *et al.*, 2005). Under sommar och vår bygger älgen upp sitt energilager för att kunna försörja kroppen under vintern när energiinnehållet i fodret minskar. Det innebär att älgen är anabol under vår och sommar och katabol under vintern (Belovsky 1978).

Negativ energibalans och lipidmetabolism i levern

Negativ energibalans uppstår när energibehovet överstiger energiintaget och innebär att det blir en obalans mellan kroppens olika energisubstrat, dvs kolhydrater, proteiner och fetter. Vid en negativ energibalans har kroppen utvecklat anpassningsmekanismer som innebär att energi mobiliseras från lagrat fett i kroppen för att upprätthålla en jämn energinivå (Herdt, 2000).

Fettvävnaden representerar den lagrade energin i kroppen. Fettvävnaden består av adipocyter som innehåller triglycerider bestående av glycerol och tre fettsyror. Nedbrytningen av triglyceriderna innebär att ester-bindningar bryts och det resulterar i frisättning av fria fettsyror (NEFA:s - nonesterified fatty acids) och glycerol till blodet. Nedbrytningen sker kontinuerligt och kallas för lipolys medan resyntetiseringen av triglycerider kallas för lipogenes. Dessa två processer sker ständigt vilket ger en konstant cykel av triglycerider och fria fettsyror. De fria fettsyrorna kan sedan transporteras ut ur cellen och in i blodbanan och användas som energi av andra vävnader (Herdt, 2000).

Levern är ett viktigt organ för att kunna upprätthålla en energiförsörjning till kroppens olika vävnader vid negativ energibalans och har en stor roll i fettmetabolismen. Levern metaboliserar och modifierar distribution och fördelning av kroppens alla viktiga energikällor som glukos, aminosyror, propionsyra, smörsyra, NEFA:s, mjölksyra och ketonkroppar. Levern reglerar blodglukoskoncentrationen samt glukosbehovet i vävnaderna och glukos kan lagras i levern i form av glykogen. Under perioder av högt glukosbehov kan levern mobilisera glykogen till glukos för att försörja vävnaderna (Herdt, 2000).

Vid en negativ energibalans frisätts en stor andel fria fettsyror (NEFA:s) från fettvävnaden som sedan i levern kan metaboliseras till ketonkroppar eller reesterfieras till triglycerider. Under perioder med en intensiv lipidmobilisering och höga nivåer av fria fettsyror (NEFA:s) i blodet kan en stor andel triglycerider syntetiseras i levern (Herdt, 1988). Höga nivåer i plasmakoncentrationen av fria fettsyror (NEFA) indikerar en hög lipidmetabolism (Cadórniga-Valino *et al.*, 1997; Gross *et al.*, 2013).

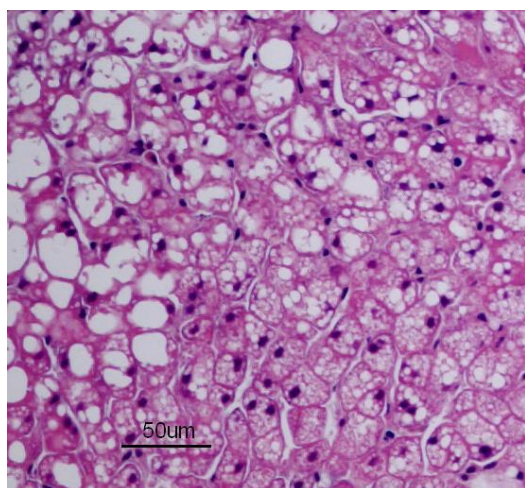
Patofysiologi leverförfettnig

Leverlipidos är ett multifaktoriellt syndrom som uppstår när leverns upptag av lipider överstiger dess förmåga att oxidera och utsöndra lipider från levern. Det sker då istället en ackumulation av lipider i hepatocyterna (Bobe *et al.*, 2004). Leverlipidos kan uppstå till följd av flera olika störningar och kan vara både fysiologisk och patologisk. Fysiologisk leverlipidos innebär att ett ökat antal lipider lagras in i en för övrigt frisk lever (Jubb *et al.*, 2007). Det kan uppstå vid ett stort intag av kolhydrater framför allt hos redan feta djur (Stockdale, 2001) eller när det sker en ökad mobilisering av triglycerider från fettvävnaden på grund av ett ökat behov, exempelvis vid svält, laktation eller endokrina rubbningar

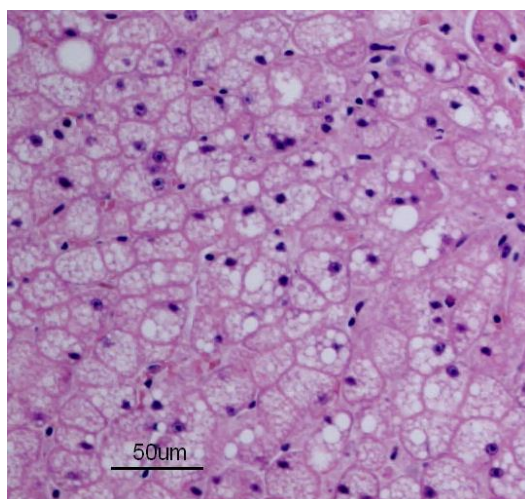
(Bobe *et al.*, 2004). En abnormal hepatocytfunktion, exempelvis vid hypoxi eller mitokondriell skada kan också leda till en ackumulering av triglycerider inuti hepatocyterna.

Oavsett orsak så är typiska karaktäristika en progressiv ackumulering av lipider i hepatocyterna som gör att levern blir förstörd och får en ljus, gulaktig färg samt en nedsatt konsistens. I milda fall ackumuleras lipider enbart i små områden i de centrolobulära delarna nära centralvenen. Ackumuleringen av lipider kan därefter sträcka sig midzonalt och slutligen infiltrera hepatocyterna periportalt (Collins och Reid, 1980). I extrema fall så är hela levern drabbad och lipiderna gör då att levern blir förstörd och kan ge den en fet textur.

Histologiskt kan lipiderna ses som runda vakuoler i hepatocyterna. Makrovesikulär lipidos (figur 1) är den vanligaste varianten som förflyttar kärnan i hepatocyten mot kanten. Mikro-vesikulär lipidos (figur 2) innebär att hepatocyterna innehåller små, runda och klara vakuoler som inte förflyttar cellkärnan och är associerat med en signifikant hepatocellulär dysfunktion (Zachary och McGavin, 2012). En akut lipidos med dominerande mikrovesikulärt mönster tenderar att ge en mild förstörd ljus lever utan så mycket förändringar i konsistensen. En lipidos med huvudsakligen makrovesikulärt mönster tenderar att orsaka en förstörd gulaktig lever (Jubb *et al.*, 2007) För att kunna identifiera lipider specialfärgas formalinfixerade fryssnitt med ”Oil Red O” (Wang *et al.*, 2010).



Figur 1. Histologiskt preparat av lever som har färgats med hematoxylin och eosin. Detta preparat innehåller ett makrovesikulärt mönster där hepatocyten innehåller vakuoler som förflyttar kärnan mot kanten. Denna form tenderar att orsaka en förstörd gulaktig lever.
Foto: Emma Johansson



Figur 2. Histologiskt preparat av lever som har färgats med hematoxylin och eosin. Detta preparat innehåller framför allt ett mikrovesikulärt mönster där hepatocyterna innehåller små, runda och klara vakuoler som inte förflyttar cellkärnan. Denna form är associerad med en signifikant hepatocellulär dysfunktion. De makroskopiska förändringarna utgörs framför allt av en för-störd ljus lever men inte lika uttalade förändringar av konsistensen.
Foto: Emma Johansson

Klinisk bild leverförfettning

De främsta kliniska tecken på sjukdom vid leverlipidos är nedsatt aptit, nedsatt allmäntillstånd, snabb avmagring samt svaghet. Hos mjölkkor kan ospecifika symtom som nedsatt våmmotilitet och nedsatt mjölkproduktion ses. Andra symtom kan variera och bero på underliggande sjukdom (Smith, 1990). Det

finns två former av kraftigare leverförfettning, icke encefalopatisk och hepatisk encefalopati. En hepatisk encefalopati orsakad av en kraftig leverförfettning resulterar i nedsatt medvetandegrad, ataxi, somnolens och koma. Hos kor är den oftast dödlig trots intensiv behandling. Den icke encefalopatiska formen av en kraftig leverförfettning är vanligtvis inte dödlig och kan regenereras, men hos kor återkommer den ofta vid nästa laktation även om de återhämtat sig mellan de perioderna (Bobe *et al.*, 2004)

Diagnostisering av leverförfettning

Standard för diagnostisering av leverlipidos hos våra domesticerade djur är histologisk undersökning av leverbiopsier då en sådan kan konfirmera förekomst av fett i hepatocyterna (Smith, 1990). Leverförfettning av mild grad har dock en liten klinisk signifikant betydelse (Jubb *et al.*, 2007).

Laboratorietester är oftast inte en tillräckligt bra indikator för att påvisa leverlipidos och har ett litet värde vad gäller att bedöma graden av förfettning. De värden som konsekvent brukar vara förhöjda i fall av leverlipidos är ornithine carbomoyl transferase (OCT), totalt bilirubin samt AST. De flesta idisslare med leverlipidos får en leukopeni samt en degenerativ vänsterförskjutning, men det är inte specifikt för sjukdomen. Nivåerna av icke esterfierade fettsyror (NEFA) i blodet kommer att öka samt även triglycerider och kolesterol (Smith, 1990)

Hepatit

Hepatit innebär inflammation i levern, fokal eller diffus som kan vara orsakad av infektiösa agens, inkluderande parasiter, autoimmunitet, läkemedel eller toxiner. Mönster och typ av inflammation varierar beroende på vad som orsakat den och i vilket stadie inflammationen är.

Vid akut hepatit ses infiltration av leukocyter framför allt neutrofiler samt foci med hepato-cellulär apoptos och nekros. I vissa delar kan tecken på regeneration ses. Kupfferceller är viktiga vid den akuta inflammatoriska responsen i levern genom fagocyttering av mikro-organismer, cell debris och extravaskulära erythrocyter (Bieggs och Trautwein, 2013).

Kronisk hepatit är en inflammation som pågått längre än 6 månader och kan klassificeras i olika grupper beroende på morfologiskt utseende. Fibros är dock alltid närvarande. Vidare ses infiltration av leukocyter framför allt mononukleära celler och hepatocytnekros och/eller apoptos (Goodman, 2007). Kronisk hepatit kan utvecklas till följd av kronisk gallgångs-obstruktion, infektion med olika infektiösa agens eller ärftliga metabola sjukdomar. Inflammationen kan också orsakas av toxiska ämnen, vara läkemedelsinducerad eller ha ett autoimmunt ursprung. Trots alla dessa sjukdomsframkallande orsaker är huvuddelen av kronisk hepatit idiopatiska (Jubb *et al.*, 2007).

Ospecifik reaktiv hepatit är en diffus process i levern som en respons på samtidig systemisk sjukdom, oftast i bukhålan eller som en rest av tidigare inflammatorisk process i levern. Typiskt utseende för en reaktiv hepatit är inflammatoriska infiltrat av framför allt neutrofiler av mild karaktär i portaområdet och i parenkymet utan tecken på hepatocytnekros. I mer kroniska processer kan man se en dominans av mononukleära celler som lymfocyter och plasmaceller (Zachary och McGawin, 2012)

Älgtjurens reproduktion

I norra Sverige startar jaktsäsongen redan i början på september för att i slutet av månaden ha ett uppehåll på cirka tre veckor då älgarnas brunstperiod inträffar. Älgens reproduktion påverkas av ett flertal faktorer så som populationstäthet, dödlighet, tillgänglighet på foder samt klimatet (Gaillard *et al.*, 2000).

Före brunstperioden ökar tjurarna sin aktivitet i jakt på älgkor i östrus. Det innebär att de oftast förlorar i kroppsvikt under denna period (Solberg och Sæther, 1994). I en studie av Mysterud (2005) såg man att kroppsvikten före och efter brunst hade ett samband med älgtjurens ålder. En tjur på sex år förlorade cirka 9 % av sin kroppsvikt under en treveckorsperiod medan en tjur på 12 år förlorade cirka 11 % av sin kroppsvikt under samma period (Mysterud *et al.* 2005). Kroppsstorlek samt hornstorlek är två faktorer som är viktiga för en lyckad reproduktion hos tjurarna (Solberg och Sæther, 1994).

Älgen är en "capital breeder" som under brunsten förlitar sig på att de ackumulerade energi-reserverna i kroppen som byggs upp under sommaren, skall kunna tillfredsställa energibehovet som krävs för denna typ av påfrestning. Hur mycket energi en "capital breeder" investerar i reproduktionen kan då påverkas av hur bra kropps-kondition de är i inför brunstperioden (Mysterud *et al.*, 2005). Hos starkt polygyna arter, som många klövdjur, till exempel kronhjort, är det stor rivalitet mellan hanar för att få tillgång till en hona att para sig med under den korta perioden för brunst (Mysterud *et al.*, 2005). Det kan ta upp till fem eller sex år för älgturen att nå en kroppsstorlek som gör att de kan vinna en kamp med en annan tjur (Owen-Smith, 1993).

Den pubertala utvecklingen är en gradvis process där spermieproduktion och kvalitet, libido och parningsförmåga ökar successivt (Lunstra *et al.*, 1978). Enligt Belovsky (1978) påbörjar tjurarna sexuell aktivitet när de når en kroppsvikt på ca 300 kg. Yngre tjurar spenderar mindre tid till brunstaktivitet såsom frekvens av "stångande", brölande, uppvaktande av honor och fodersök. Tjurarnas ålder och kroppsstorlek korrelerar ofta och det kan vara svårt att separera de två faktorerna. Då storlek är en bättre prediktor för dominans hos älgdjur än ålder kan kroppsstorleken, det vill säga kroppsvikten även vara ett bättre mått på grad av reproduktiv ansträngning än åldern (Mysterud *et al.*, 2004).

En studie (Mysterud *et al.*, 2005) visade att den reproduktiva prestationen ökar med åldern hos kapitala älgdjur. Älgtheten eller könsförhållandena påverkade inte prestationen.

Åldersbestämning av älg

Den första permanenta tanden som bryter fram hos älgen är den första molaren, M1. Genom att skära ett snitt rakt genom tanden kan man sedan räkna antal linjer, *cementum annuli*, i cementlagret vid infästningen till käkbenet (Wolfe, 1969). Varje linje representerar ett år av älgens levnadstid. Ett år läggs sedan till de räknade linjerna som representerar djurets pågående levnadsår.

Slaktvikt

Slaktvikt är den vikt efter att huvud, hud och nedre bendelar avlägsnats samt efter urtag av bröst- bäcken och bukhåla samt avblodning. Slaktvikten hos ettåringar till vuxna älgdjur bedöms motsvara ca 50 % av den levande kroppsvikten (Wallin *et al.*, 1996).

Hullbedömning och benmärgsbedömning

Hullbedömning innebär en subjektiv bedömning av kroppens fettdepåer och hur tjockt fettlagret samt djurets muskelansättning. Detta kan bedömas i olika graderade skalor.

Benmärgens fettinnehåll kan användas som en indikator för klövdjurs kropps-kondition (Peterson *et al.*, 1982). Den vanligaste metoden för att bestämma benmärgens fettinnehåll är genom torrviktsmetoden. Den går ut på att benmarg vägs och torkas för att sedan räkna ut den andel vatten som har försvunnit under torkningen. Det finns en omvänd korrelation mellan vattenhalten och fettinnehållet i benmärgen (Peterson *et al.*, 1982). I studier har man sett en variation av fetthalten i benmärgen hos älgdjur under hösten i samband med älgkornas brunstperiod (Cederlund *et al.*, 1989).

Hornuppsättning

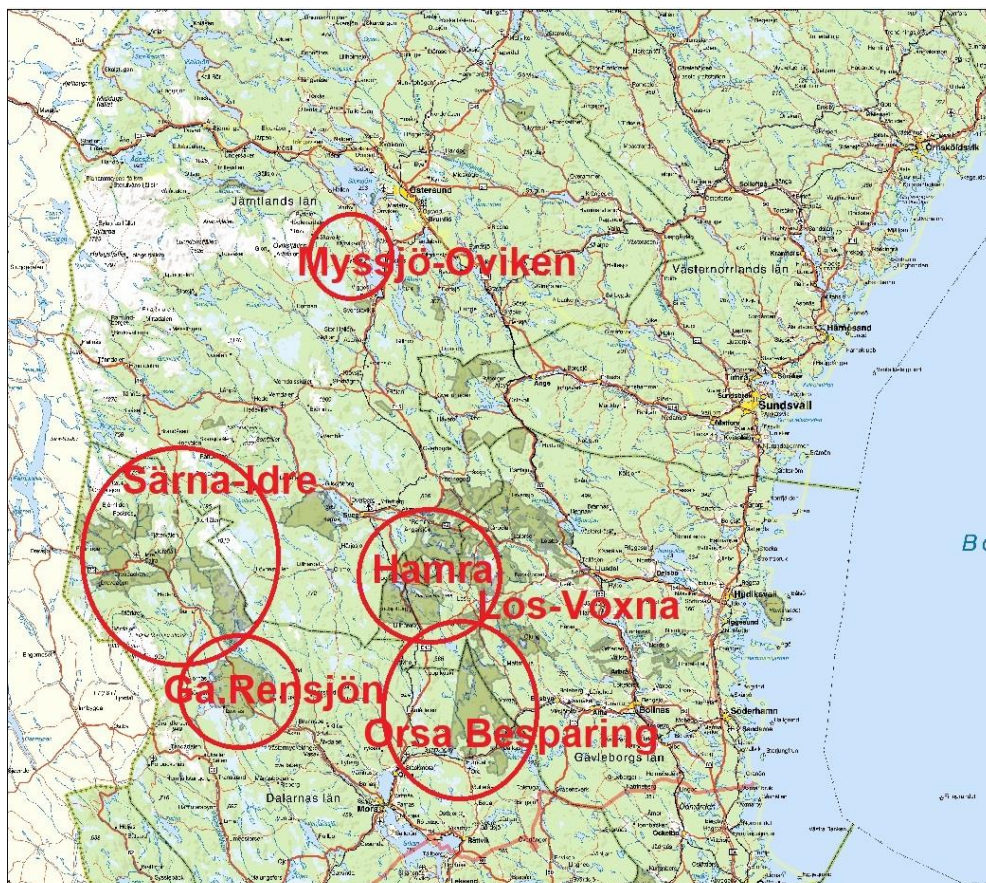
Hornen består av ben och följer resten av kroppens skelett-tillväxt (Goss, 1983). En älgdjur kan därför inte utveckla en maximal hornuppsättning förrän resten av kroppen i stort sett är färdigväxt. Hornuppsättningen ökar normalt i omfång och massa med åren och när tjuren bär sin kraftigaste hornuppsättning kallas den för kapital. Åldern när tjuren blir kapital kan variera. De flesta tjurar blir kapitala vid en ålder av sex till tio år. När tjuren blir äldre, vanligtvis runt 15 år minskar hornuppsättning i storlek. Det kallas för returhorn (Christoffersson *et al.*, 2014). Precis som älgens kroppsmassa är viktig för dess reproduktionsframgångar är även hornuppsättningen det och det finns ett starkt samband mellan de båda faktorerna (Solberg och Sæther, 1994).

MATERIAL OCH METODER

Studiedesign

Studien baserades på material från älgdjurar skjutna under jaktsäsongen 2018 i olika delar av Dalarnas, Gävleborgs och Jämtlands län. Provtagningspaket innehållande protokoll, formalinrör, påsar samt informationsblad om projektet delades ut till älgskötselområden norr om Dalälven upp till Jämtland (se figur 3). Proverna togs av jägare efter att djuret fälldes och de fyllde i det medföljande protokollet. Syftet med protokollet var att få in information om älgen som proverna togs ifrån i form av uppskattad ålder, slaktvikt, antal taggar på hornen, älgens hull, makroskopiska fynd på levern, avvikelser i älgens beteende eller övriga fynd. På protokollet fylldes även i vilket jaktlag som jägaren tillhörde och vilket älgskötselområde de jagade inom samt datum för avlivning av älgen.

Ett prov inkom till studien 2019 från en vilthanteringsanläggning i Jokkmokk via Viltsektionen på Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) i Uppsala. Provmaterial som inkluderades i denna studie från den provtagna älgen var ett HE-snitt, fotografier tagna vid vilthanteringsanläggningen samt uppgifter om datum för ankomst till vilthanteringsanläggningen, kön, slaktvikt och uppskattad ålder.



Figur 3. Karta över de älgskötselområden som prover samlats in ifrån i Dalarnas, Gävleborgs och Jämtlands län, undantaget provet som inkom från SVA. Samtliga områden fick provtagningskit inför älgjakten för att kunna ta prover och fylla i dokument i samband med att älgdjur fälldes.

Leverproverna fixerades i fosfatbuffrad 10 % formalin direkt vid provtagningen och underkäkshalvorna frystes. Proverna skickades till och processades på SLU, sektionen för patologi. Två bitar från varje leverprov skars ut och dehydrerades i stigande alkohol-koncentrationer och bäddades in i paraffin för att sedan snittas i ca 5-6 μ m tjocka snitt. Snitten färgades med hematoxylin och eosin (HE) och 13 snitt färgades också med Periodic acid shiff (PAS) för att identifiera glykogen.

Histopatologisk undersökning av lever

Snitten bedömdes under mikroskop och delades in i olika kategorier varefter vilka fynd som hittades; normal levermorfologi, vakuolär degeneration i hepatocyterna, inflammation eller övriga fynd. De preparat som innehöll vakuoler genomgick en PAS-färgning för att kunna avgöra om vakuolerna innehöll glykogen eller inte. Tre preparat genomgick en "oil red o"-färgning för att identifiera fett.

Åldersbestämning

För att åldersbestämma älgarna sågades käkarna i två-tre cm tjocka skivor. Ett snitt anlades över den första molarens mitt, M1. Linjer i cementen, *cementum annuli*, räknades och ålder noterades.

Hullbedömning

Hullet bedömdes av jägarna subjektivt och noterades i protokollet. Protokollet innehöll färdiga graderingar i form av under medelgott, medelgott och över medelgott hull.

Slaktvikt

Slaktvikten noterades i protokollet. Vikten var korrekt vägd med våg eller en uppskattad vikt.

Benmärg

Käkarna tinades och benmärg plockades ut från käkarna. En ca två till tre centimeter tjock skiva som sågats mellan M1 och M2 placerades i plastburkar och vägdes. Vikt samt färg och konsistens noterades. Benmärgen placerades sedan i ett värmeskåp i 50 °C. Efter ca 4 veckor plockades benmärgen ut från värmeskåpet och vägdes på nytt. Den återstående procentuella vikten räknades ut vilket innebär benmärgens fetthalt i procent.

Hornuppsättning

Antal taggar från höger respektive vänster sidas hornuppsättning noterades i protokollet.

Statistiska analyser

Initialt sammanställdes insamlad information i Excel-tabeller. Dessa tabeller innehöll provets ID-nummer, vilket älgskötselområde och jaktlag dessa tillhörde, datum då älgen avlivades, den faktiska åldern utifrån åldersbestämning samt skyttens uppskattade ålder på älgen, slaktvikten, hullbedömning, antal taggar, hur levern såg ut makroskopiskt, hur levern såg ut mikroskopiskt samt om skytten hade några övriga uppgifter om älgen.

Medelvärde och standardavvikelse har räknats ut för ålder, slaktvikt, hornuppsättning och benmärg.

För att beräkna om det förelåg statistiskt säkerställda skillnader i tidpunkt, vikt, ålder, taggantal och hull med avseende på förekomst av leverförfettning användes student's paired t-test (förmodad olika varians, 95 % CI).

RESULTAT

Totalt provtogs 73 älgdjur. Två prov saknade lever, tre prov saknade protokoll, 4 prov saknade käke. 72 leverprover bedömdes initialt varav ett prov inkom från SVA där underkåkskälva och information om hornuppsättning saknades. På grund av artefakter uteslöts 27 prover från leverundersökningarna. I de återstående 45 proverna diagnosticerades fyra älgar med leverförfettning av varierande grad och sex älgar med hepatit.

Tabell 1. Antal leverprover med påvisad leverförfettning och/eller hepatit från älgar fällda under jakten 2019 i olika delar av mellersta och norra Sverige, fördelat över plats (ÄFO = älgförvaltningsområde), tidsperiod, slaktvikt och taggantal

Variabel	Antal älgar	Antal med leverförfettning (%)	Antal med hepatit (%)
ÄFO			
Noppikoski	29	1 (3,4 %)	1 (3,4 %)
Älvdalen	17	0 (0 %)	0 (0 %)
Särna/Idre	12	0 (0 %)	2 (16,7 %)
Berg	6	0 (0 %)	3 (50 %)
Voxna	4	2 (50 %)	0 (0 %)
Ljusnan/Voxna	1	0 (0 %)	0 (0 %)
ÄFO 2 (Jokkmokk)	1	1 (100 %)	0 (0 %)
Alla	70	4 (5,7 %)	6 (8,6 %)
Datum			
Sept (före brunst)	49	1 (2 %)	3 (6,1 %)
Okt (efter brunst)	17	3 (17,6 %)	3 (17,6 %)
Nov (efter brunst)	4	0 (0 %)	0 (0 %)
Alla	70	4 (5,7 %)	6 (8,6 %)
Slaktvikt			
125–223 kg	30	0 (0 %)	4 (13,3 %)
224–300 kg	37	4 (10,8 %)	2 (5,4 %)
Alla	67	4 (6 %)	6 (9 %)
Ålder			
1 år	9	0 (0 %)	3 (33,3 %)
2–4 år	36	1 (2,8 %)	2 (5,6 %)
5–7 år	17	3 (17,6 %)	0 (0 %)
8–10 år	8	0 (0 %)	1 (12,5 %)
Summa	70	4 (5,7 %)	6 (8,6 %)
Taggantal			
0–5	18	0 (0 %)	5 (27,8 %)
6–10	29	0 (0 %)	0 (0 %)
11–15	17	2 (11,8 %)	1 (5,9 %)
16–20	5	1 (20 %)	0 (0 %)
Summa	69	3 (4,3 %)	6 (8,7 %)

Datum

De älgar som ingick i studien blev skjutna mellan 2018-09-03 och 2018-11-14. Totalt 49 älgar blev skjutna under september (före brunst) och 20 under oktober eller november (efter brunst). Övriga prover saknar information (tabell 1).

Provstorleken var för liten för att kunna fastställa om det förelåg en skillnad i förekomst av leverförfettning före eller efter brunstperioden, dvs under september månad eller senare.

Älgförvaltningsområde

Provstorleken var för liten för att kunna fastställa en signifikant skillnad i förekomst av leverförfettning eller hepatit mellan olika älgförvaltningsområden.

Ålder

Den uppskattade åldern hos de provtagna älgjurarna varierade mellan 1–8 år och genomsnittsåldern var 3,9 år (SD = 2,7). Den exakta åldern varierade mellan 1–10 år och genomsnittsåldern var 4,05 år (SD = 2,7, tabell 1).

Det fanns ingen signifikant skillnad i ålder ($p>0,05$) mellan älgjurar med och utan leverförfettning.

Hullbedömning

Hullet på älgarna bedömdes som under medelgott, medelgott eller över medelgott. Tre älgar bedömdes vara under medelgott hull, 52 bedömdes vara i medelgott hull och 10 att vara över medelgott hull.

Slaktvikt

Slaktvikterna varierade mellan 125–300 kg och den genomsnittliga slaktvikten hos alla älgar var 223,7 kg (SD = 39,81, median 230, tabell 1).

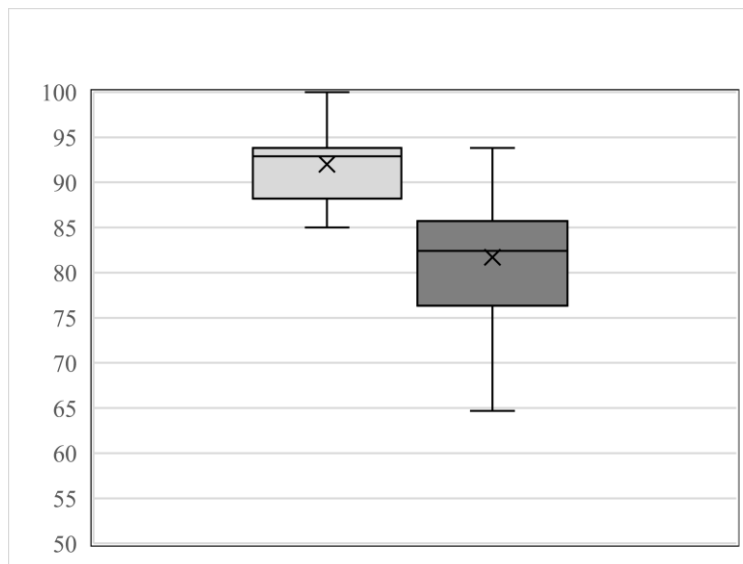
Den genomsnittliga slaktvikten före brunst var 225 kg och efter brunst 220 kg.

Den genomsnittliga slaktvikten hos älgar (N=4) med leverförfettning var 253,8 kg och hos älgar utan leverförfettning 224,1 kg. Det fanns dock ingen statistisk signifikant skillnad i slaktvikt hos älgar med och utan leverförfettning ($p>0,05$).

Benmärg

Benmärgen från 40 älgar plockades ut. 38 benmärgsprover noterades med en ljusrosa färg och fet konsistens. Två prover noterades med blöt och sladdrig konsistens samt blek färg. Fetthalten i benmärgen varierade mellan 64,7 % till 100 % efter uträkningar. Medelvärde var 88,7 % (SD = 7,36, tabell 1).

Den genomsnittliga fetthalten i benmärgen före brunst var 91,98 % och efter brunst 81,64 % (figur 4). Det fanns en signifikant skillnad ($p<0,05$) i benmärgsfett före och efter brunst.



Figur 4. Låd-diagram föreställande halten benmärgsfett i procent hos älgdjurar fällda under september (t. vänster, före brunstperioden) respektive oktober och november (t. höger, efter brunstperioden).

Provstorleken var för liten för att kunna fastställa någon skillnad mellan älgar med och utan leverförfettning samt de med eller utan hepatit.

Hornuppsättning

Antal taggar varierade mellan noll och 19. Medelvärdet för hornuppsättningen var 8,5 taggar (SD = 4,3). Enligt de statistiska analyserna fanns det inget samband mellan taggantal och leverförfettning.

Makroskopisk bedömning av levern

Av samtliga inskickade prover var det 58 älgar som bedömdes som normala utan några makroskopiska förändringar. Levern från SVA hade en gulflammig färg, nedsatt konsistens, rundade kanter och var kraftigt förstorad (figur 5). Tre leverar fick kommentaren ljus varav en även hade en grynig konsistens. En var gulaktig i färgen med grynig konsistens och en hade enbart kommentaren att den var något lös i konsistensen men normal färg. Ett flertal prover saknade dock kommentar om utseendet (se tabell 1).

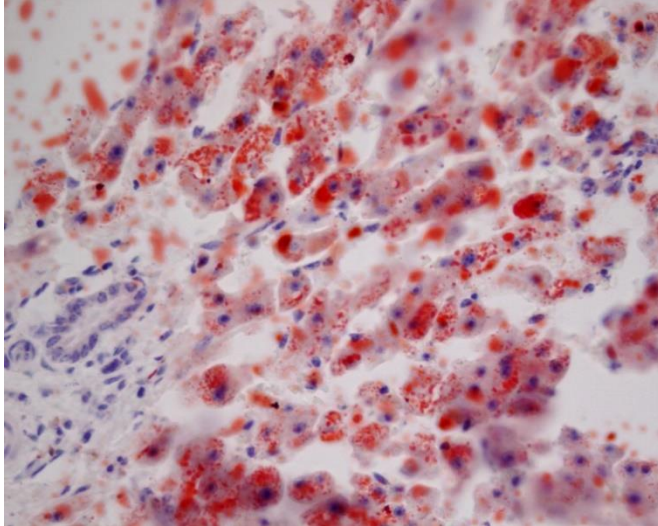


Figur 5. Makroskopisk bild på kraftig leverförfettning med gulflammig färg, nedsatt konsistens samt kraftigt förstorad. Denna lever innehöll mikroskopiskt huvudsakligen ett makrovesikulärt mönster. Foto: Satu-P Zaff

Mikroskopisk undersökning av levern

Av de 73 leverproverna var det 27 prover som uppvisade så svåra artefakter att de inte gick att bedöma. De leverproverna uteslöts därför ur studien och 45 preparat kvarstod. Av dessa 45 undersökta leverpreparat sågs i 13 fall varierande grad av grynighet i cytoplasman eller förekomst av vakuoler i

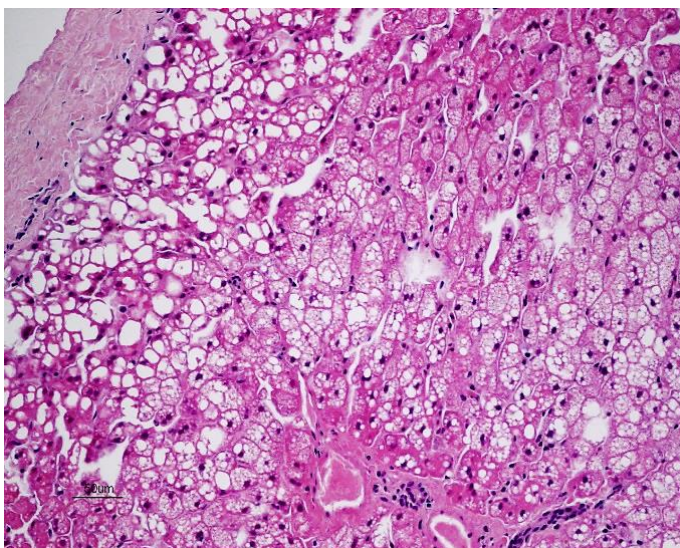
olika storlek. Vid PAS-färgning sågs en positiv infärgning i 10 preparat och detta bedömdes som glykogen. Hepatocyterna uppvisade normal morfologi i övrigt och antogs vara fysiologisk förekomst av glykogen i hepatocyterna. I tre av preparaten sågs ingen infärgning i vakuolerna och de bedömdes innehålla fett. Detta konfirmerades vid en "oil red o"-färgning där fettvakuoler i cytoplasman färgades röda (figur 6). Av dessa tre bedömdes två till lindrig förfettning och en till måttlig förfettning.



Figur 6. "Oil red O"-färgning för att identifiera fett i hepatocyterna där fettvakuoler i hepatocyternas cytoplasma färgades röda. Förstoring x40.
Foto: Elisabet Ekman

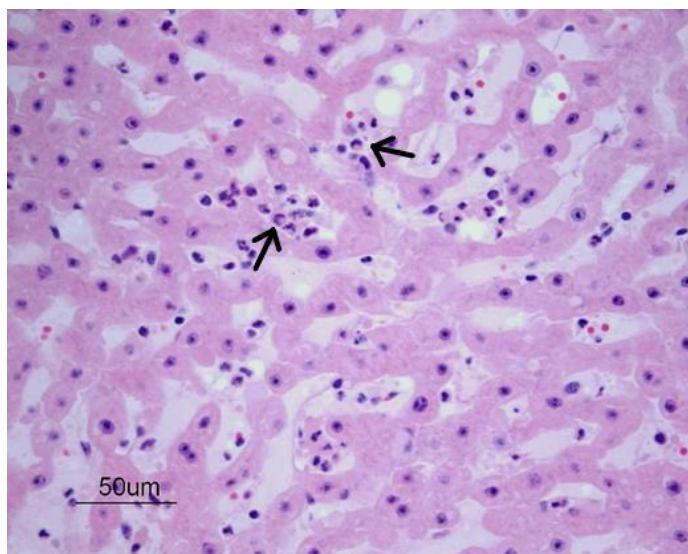
I det HE-färgade snittet från SVA sågs en kraftig vakuolär degeneration som graderades till en kraftig leverförfettning. Histologiskt sågs i detta preparat vakuoliserad cytoplasma i hepatocyterna generellt över hela parenkymet. Det innehöll både makrovesikulära och mikro-vesikulära vakuoler (figur 7). I de makrovesikulära vakuolerna var hepatocyternas cellkärnor förskjutna mot cellens kant och till stor del lokaliserade under serosan. I parenkymet var det till största del mikrovesikulära vakuoler. De mikrovesikulära vakuolerna bildade ett nätmönster i hepatocyterna och cellkärnorna var inte förskjutna. Detta preparat var även kraftigt förändrat makroskopiskt.

De övriga tre preparaten innehöll till största del mikrovesikulära vakuoler i hepatocyterna som inte förskjutit cellkärnan. De bildar ett nätmönster i hepatocyten. Vakuolerna är lokaliserade periportalt och i ett preparat ses en lindrig infiltration av vakuolerna under serosan. Enstaka makrovesikulära vakuoler i hepatocyterna kan ses där cellkärnan förskjutits mot kanten. Samtliga av dessa preparat har en lever utan makroskopiska förändringar.



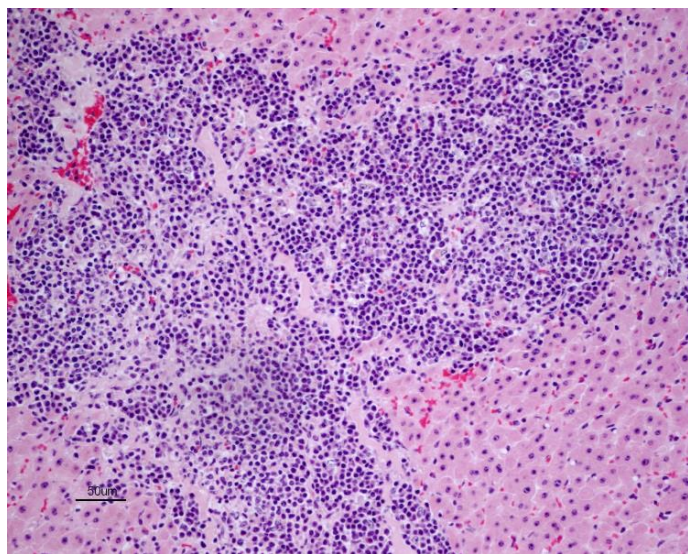
Figur 7. Kraftig leverförfettning med blandade mikrovesikulära och makrovesikulära vakuoler.
Foto: Emma Johansson.

Inflammation i levern sågs i sex preparat av 45. I ett av preparaten sågs måttlig förekomst av lymfocyter i portaområdet samt en måttlig förekomst av neutrofiler i sinusoiderna utan tecken på hepatocytnekros och detta bedömdes som en ospecifik reaktiv hepatit (figur 8).



Figur 8. Bild på ospecifik reaktiv hepatit med neutrofiler i sinusoiderna. Pilarna pekar på en neutrofil
Foto: Emma Johansson

I fyra preparat sågs periportal inflammation med huvudsakligen infiltration av mononukleära celler i portaområdet och periportalt (figur 9). De mononukleära cellerna bestod till största delen av lymfocyter och plasmaceller men i ett preparat sågs även eosinofiler.



Figur 9. Bild på periportal plasmacytär hepatit med ett stort antal lymfocyter.
Foto: Emma Johansson

I ett preparat kan det ses en fokal förtjockning av leverns bindvävskapsel som tolkas som en fibrös adherens med måttlig fokal infiltration av lymfocyter i det underliggande leverparenkymet. I ett annat preparat sågs fokalt riklig infiltration av eosinofiler delvis omsluten av tunn bindväv. Här ses också ett område med amorft eosinofilt material. I ett preparat sågs dissekerande fibros som förbinder portaområden utan tecken på en samtidig inflammation. I ett antal preparat sågs en mild förekomst av mononukleära celler ffa lymfocyter i portaområdena. Det bedömdes ligga inom en normalvariation.

Övriga fynd

En åttaårig tjur bedömdes i protokollet som feminin med dålig hornuppsättning och endast grova knölar till horn. Tre älgar observerades ha stångskador på bröstkorgen, skallen och låret. En älg var påkörd och en var misstänkt påkörd på grund av skador över bogen. Den älgen hade även en krokig ryggrad.

Ytterligare en älg har observerats med krokig rygg vilken också hade sämre muskulatur på sitt vänstra lår. En tjur hade en knöl på sitt vänstra bakben. En tjur hade en bit dräneringsslang som var påträdd på underkäken. Tre älgar hade tappat sina horn. Ingen av dessa älgar hade någon makroskopisk eller mikroskopisk förändring på levern.

DISKUSSION

Syftet med studien var att undersöka förekomst av leverförfettning hos älgdjurar i norra Sverige i samband med att älgarnas brunstperiod infinner sig i slutet av september samt den efterföljande perioden i oktober. Leverförfettning av varierande grad och utseende påvisades hos fyra älgdjurar. En av dessa leverar uppvisade också makroskopiska förändringar förenligt med leverförfettning. Enligt vår kännedom finns det ingen tidigare studie som har kunnat påvisa leverförfettning hos älgdjurar. En tidigare studie beskriver leverförfettning hos vilda kron- och dovhjortar i Ungern där man undersökt leverar från hjortar skjutna under och efter brunstperioden. Resultatet av den studien visar en högre lipidinlagring i levern under brunstperioden (Zomborszky och Husvéth, 2000). Samtliga djurar med leverförfettning var stora och tunga älgar, men ingen signifikant skillnad sågs mellan dessa och övriga, vilket sannolikt beror på att dessa individer var i förhållande få. Vid jämförelser av slaktvikterna före och efter brunst skiljer vikten mellan de två grupperna med fem kg. Det framgår inte alltid i protokollet om slaktvikten är vägd med våg eller om den är uppskattad. Därmed kan det finnas en viss variation mellan den uppskattade vikten och den faktiska vikten. Att det är stora djurar samt att slaktvikterna efter brunsten är lägre än före bekräftar hypotesen att det är stora tunga älgdjurar som drabbas av leverförfettning i samband med brunsten. Det är visat att stora djurar rör sig över större områden under brunstperioden och minskar sitt födosök mer än mindre och yngre älgar (Mysterud *et al.*, 2004). Energi tas då från kroppens lagrade reserver och de kan då hamna i en negativ energibalans i större utsträckning än vad mindre djurar gör. Storlek och ålder är två viktiga faktorer som påverkar hur mycket en älgdjur investerar i reproduktionen (Mysterud *et al.*, 2005). Samtliga älgar med leverförfettning i denna studie var vuxna, över två år. Det fanns dock ingen signifikant skillnad i ålder hos de älgar med leverförfettning och de utan. En orsak till att inget samband sågs i denna studie kan vara att provmaterialet var relativt litet och inte helt jämnt fördelat vad gäller ålders- och viktclasser. Därmed gav det inte en representativ bild av populationen. Även om åldern inte hade ett samband med leverförfettning i denna studie finns det studier som bevisat att yngre älgar inte minskar sitt födosök under parningssäsongen i samma utsträckning som äldre djurar utan använder andra taktiker för en lyckad reproduktion. Det borde därför innebära en mindre risk för yngre älgar att drabbas av leverförfettning på grund av ändrade beteenden under brunstperioden. Detta kan vara en anledning till att vi enbart hittat vuxna älgar med leverförfettning.

Metoden för åldersbestämningen som går ut på att man räknar så kallade årsringar, *cementum annuli*, i tandcementet är en säker metod för åldersbestämning (Wolfe, 1969). Den kräver dock att snittet hamnar exakt rätt över M1 för att linjer inte skall missas och kräver därmed noggrannhet och erfarenhet hos den som utför åldersbestämningen. Det föreligger alltså risk att åldern blir felaktig om metoden inte utförs på korrekt sätt. Den åldern som uppskattades av skytten stämmer i de flesta fall bra överens med den exakta åldern.

De tre älgarna med lindrig till måttlig leverförfettning bar horn med ett stort antal taggar. Tyvärr fanns det ingen information om hornuppsättningen hos älgen med kraftig förfettning. I litteraturen finns det beskrivet att det inte bara är kroppsstorleken som har betydelse för reproduktionsframgång under brunsten utan även hornuppsättningen (Solberg och Sæther 1994). Det fanns dock ingen signifikant skillnad i taggantal mellan de älgarna med leverförfettning och de utan. En tjur med ett stort antal taggar behöver inte ha en stor kroppsstorlek. Taggantalet kan dock ändå vara av betydelse i den utsträckning att älgdjurar med stort taggantal blir mer utsatta för rivalitet av andra djurar vilket kräver ytterligare energi i en redan krävande period.

En av älgarna med leverförfettning fälldes i slutet av september 2018 det vill säga innan brunst och två älgar fälldes i början av oktober 2018, det vill säga efter brunst. Älgen från SVA fälldes i början av oktober 2019, även den efter brunstperioden. Att det är dessa älgar som påvisats med leverförfettning är i enlighet med studien som gjorts på hjort (Zomborszky och Husvéth, 2000) då tiderna när de fälldes sammanfaller med brunstperiodens början och slut. Ingen av de älgar som blev skjutna i början av september eller i slutet på oktober visade tecken på leverförfettning. Provstorleken var dock för liten för att kunna jämföra tidpunktens samband mellan älgarna med leverförfettning och de utan i vår studie.

Älgarna från 2018 kommer alla tre från älgskötselområden som ligger intill varandra. Det är ett område på ca tio mil från gräns till gräns där jägare anser att stora älgdjur uppehåller sig (Johansson, A. Sveaskog, pers. medd., 2019-12-10). Kontrollerar man de uppgifterna i Jaktrapport (2019) där fällt vilt rapporteras, kan man se att den genomsnittliga slaktvikten är ca 10-20 kg högre jämfört med ett av de andra områdena vi samlat in prover från. Detsamma gäller antal taggar i det området (Jaktrapport, 2019). För att kunna jämföra mellan olika älgskötselområden (ÄSO) eller älgförvaltningsområden (ÄFO) skulle vi behövt ett större provmaterial och vi kan därmed inte säga om det finns ett samband mellan leverförfettning och ett visst område. Då faktorer som fodertillgång och älgtäthet inte har undersökts är det också svårt att dra paralleller till olika områden och varför en ökad förekomst av leverförfettning har observerats i just detta område. Enligt tidigare studier påverkar inte älgtätheten reproduktionen hos vuxna älgdjur (Mysterud *et al.*, 2005) och älgtätheten bör då inte ha en påverkan i detta område. Fodertillgången är en faktor vi inte har utvärderat men borde teoretiskt kunna ha en påverkan då älgen måste ha byggt upp en energireserv under sommaren för att klara av parningsperioden och vinterns påfrestningar. En sparsam eller dålig fodertillgång kan då leda till att älgdjurnas energireserver är för dåliga inför parningssäsongen och kroppen kommer att bryta ner stora delar av de reserver som är uppbyggda och riskerar att hamna i en negativ energibalans med inlagring av fett i levern som följd.

Benmärgsbedömning gjordes på samtliga älgar som ingick i studien. Två av benmärgsproverna som observerades med en blöt, sladdrig konsistens hade i jämförelse med de övriga proverna en lägre fetthalt. Båda var tjurar på sex till sju år med ett medelgott hull och hög slaktvikt. En orsak till den lägre fetthalten i benmärgen kan vara att energireserver har utarmats efter brunstperioden då båda är skjutna under den perioden. Tre prover fick en fetthalt på 100 % i benmärgen. En förklaring till detta kan vara att benmärgen inte frysts ner tillräckligt snabbt efter slakt eller tinat upp under transport och vatten har då dunstat från benmärgen. Tre av älgarna med leverförfettning hade en fetthalt på 85,7–93,3 %. Av dessa är det den älg som är skjuten i slutet av september som har högst procent benmärgsfett. Hos samtliga älgar finns det en stor variation i benmärgsfett. Enligt studier har man visat att fetthalten hos olika tjurar kan variera med 30–60 procentenheter under hösten och är relaterad till brunstperioden (Cederlund *et al.*, 1989). Om man jämför fetthalten i benmärgen mellan de älgar som är skjutna före brunst och de efter brunst är det en signifikant skillnad. De före brunst har en fetthalt på 91,98 % i benmärgen medan de efter brunst har en fetthalt på 81,64 %. Det innebär en minskning av benmärgsfett med ca 11 %. Detta kan misstänkas ha ett samband med att energi behöver mobiliseras från fettreserver under brunstperioden och fetthalten i benmärgen är då lägre när brunstperioden har avslutats. Skillnaden man kan se i benmärgsfett stämmer dock inte överens med slaktvikterna före och efter brunst då skillnaden endast är ca 2 %. Varför slaktvikten inte skiljer sig före och efter brunst i samma utsträckning som benmärgsfettet kan bero på att det är en större andel ettåriga tjurar som skjuts före brunst vilka naturligt har en lägre slaktvikt. Andelen benmärgsfett påverkas inte i samma utsträckning av ålder som kroppsvikten gör då en ettårig tjur väger mindre än en vuxen. Även om det råder en skillnad i benmärgsfettet före och efter brunst är det dock ett för litet provmaterial som analyserats för att man skall kunna dra några statistiska slutsatser gällande fetthalt i benmärg och samband med leverförfettning.

Vid den histologiska undersökning av preparaten som innehåller lipidinlagring har samtliga observerats med ökad förekomst av lipider periportalt. Den kraftiga förfettningen har även en generell inlagring av lipider över hela parenkymet och under bindvävskapseln. Denna observation stöds inte av litteraturen där lipidinlagring tenderar att utvecklas centrilobulärt nära centralvener i en lindrig leverförfettning och först i kraftiga förfettningar utvecklas periportalt (Collins och Reid, 1980). I studien på hjort såg man att lipidkoncentrationen i levern minskade kraftigt efter brunstperioden vilket är tecken på återhämtning av levern (Zomborszky och Husvéth, 2000). Hos de två älgarna med lindrig förfettning som är skjutna efter brunsten skulle detta då kunna vara ett tecken på regeneration och lipidinlagringen kan tänkas ha varit kraftigare en tid innan. En av älgarna med lindrig förfettning är dessutom skjuten i september och borde således vara i början av en utveckling av lipidos vilket förkastar teorin. I den kraftiga förfettningen finns det både makrovesikulära och mikrovesikulära vakuoler. Under bindvävskapseln är det framför allt makrovesikulära vakuoler. I de lindriga till måttliga förfettningarna är det till största delen mikrovesikulära vakuoler. Mikrovesikulär förfettning anses vara associerat med leversvikt och

allvarliga kliniska symtom (Tandra *et al.*, 2011) vilket vi dock inte har några tecken på i denna studie. Vid en makrovesikulär lipidosis blir levern förstörd och får en gulaktig färg (Jubb *et al.*, 2007) vilket är samma makroskopiska förändringar som kan ses i den levern med till stor del makrovesikulära vakuoler. Mikrovesikulära vakuoler ger en ljus lever utan så mycket förändringar i konsistens och storlek (Jubb *et al.*, 2007) vilket delvis stämmer med våra makroskopiska fynd då de lindriga inte har några makroskopiska avvikelser alls. Varför de leverna inte hade några makroskopiska fynd kan bero på att de mikroskopiska förändringarna inte var tillräckligt utbredda för att orsaka makroskopiska förändringar.

Vi har i studien påvisat att leverförfettning hos älgdjur förekommer men vi har också påträffat ett flertal stora älgdjur som inte har leverförfettning. En förklaring kan vara att de älgarna har haft en god fodertillgång under sommaren och lyckats bygga upp sina energireserver för att klara av den höga investeringen i reproduktionen (Mysterud *et al.*, 2005). Det kan också tänkas att vi hade hittat fler individer med tecken på förfettning om vi utökat provtagningsområdet men ändrat provtagningsintervallet till enbart veckan före och efter brunst. Det kan också finnas en helt annan patologisk orsak till att de älgarna med leverförfettning påträffades och inte ha ett faktiskt samband med brunsten, därav att vi inte har hittat fler.

I denna studie har vi enbart provtagit djur under jaktsäsongen och inte inkluderat älgkor. Det beror på att älgkorna inte minskar sitt födosök och foderintag som tjurarna gör under brunstsäsongen. En riskperiod för älgkorna att hamna i en negativ energibalans och riskera att drabbas av leverförfettning borde vara under kalvningsperioden på våren. Dock finns det enligt vår kännedom inga studier som har undersökt älgkorna under denna period. Det kan bland annat bero på det etiska dilemma det skulle medföra att skjuta älgkor under kalvningsperiod för att undersöka leverförfettning.

Övriga fynd

I sex leverpreparat sågs inflammatoriska förändringar. En älgdjur hade ospecifik reaktiv hepatit vilket betyder att det borde finnas en bakomliggande orsak till det fyndet. Det finns dock inga noteringar eller kommentarer i protokollet tillhörande älggen som tyder på någon annan sjukdom. Det utesluter dock inte att älggen har någon pågående eller utläkt infektion någon annanstans i kroppen som inte upptäckts av provtagaren.

Vi har inte kunnat undersöka vidare orsaker till dessa hepatiter utan kan enbart spekulera kring dem. I två preparat har det inflammatoriska infiltratet innehållit eosinofiler. Eosinofiler är en granulocyt som i studier har visat sig vara närvarande vid kroppens försvar mot parasit-infektioner (Meeusen och Balic, 2000). I studier har man påvisat en hög förekomst av parasiter hos älgar (Davidson *et al.*, 2015). I en studie (Grandi *et al.*, 2018) där inskickade älgar undersöktes för parasitförekomst i träck påvisades en högre prevalens av *Dicrocoelium dendriticum* (lilla leverflundran) vid mikroskopisk undersökning än vad parasiträkningen och identifikationen visade. I den studien har dock inte andra organ undersökts som till exempel lever och säger därmed ingenting om histologiska förändringar i levern. Lilla leverflundran orsakar vanligtvis inga större förändringar i levern vilket förmodligen har en orsak i att den inte har en migreringsfas. I kraftigare infektioner ses dock fibros i de små gallgångarna och omfattande cirrhos kan uppstå. I samtliga av preparaten med inflammatoriska förändringar finns det inte några tecken på att gallgångarna är påverkade. Med det sagt betyder det inte att lilla leverflundran inte är orsaken förändringarna men det kan anses mindre troligt. I en studie påvisades att lilla leverflundran var vanligare hos boskap äldre än sex år (Ducommun och Pfister, 1991) och älgarna som kan misstänkas skulle kunna ha en parasitinducerad inflammation är mellan ett och åtta år gamla. Även om det i stort sett endast är lilla leverflundran av älgens parasiter som migrerar i levern finns det ändå anledning att misstänka att andra parasiter kan förrirra sig och passera levern och då orsaka hepatit. Det kan också vara parasiter som orsakar inflammation i andra delar av bukhålan och ett övergrepp till levern kan då ske. Exempelvis har det visats i en studie (Laaksonen och Oksanen, 2009) att nematoden *Setaria tundra* orsakat peritonit hos renar.

I en studie där man undersökt förekomst av hepatit E hos svenska frilevande älgar fann man att 30 % av de undersökta älgarna hade markörer för pågående och tidigare infektion (Lin *et al.*, 2015). Hur den histologiska bilden av hepatit E hos svenska älgar ser ut är dock oklart och ingenting som ingått i de studier som finns. Det är därmed oklart och förmodligen inte så troligt att det är en orsak till de inflammatoriska förändringarna som kan ses i våra preparat.

Ålder på älgarna som har någon form av hepatit varierar mellan ett och åtta år. Det är därmed en stor variation i åldrar och inget samband kan ses mellan en viss ålder och risk för hepatit.

Tre av älgarna som påvisats med hepatit är skjutna inom samma älgskötselområde. De övriga har skjutits på två olika älgskötselområden i angränsning till varandra. De tre älgarna inom samma område som diagnostiserats med hepatit vid preparatundersökningen har liknande förändringar med infiltrat av lymfocyter och plasmaceller periportalt samt fokalt i parenkymet.

I ett av fallen sågs dissekerande fibros i levern utan inflammatoriska förändringar. Fibros i en lever kan ha många olika orsaker. Det skulle kunna vara en avläkt kronisk inflammation efter exempelvis parasitangrepp. Fibros kan också uppstå i samband med kraftig förfettning (Jubb *et al.*, 2007) men inga tecken på förfettning har observerats i detta preparat.

De övriga fynd som presenteras i resultaten har varit på älgar som inte har leverförfettning eller hepatit och har därmed en liten betydelse för vår studie.

En stor andel prover uteslöts ur studien då de innehöll så svåra artefakter i de histologiska preparaten att de inte gick att bedöma. De förändringar som sågs liknar de man får om preparatet varit fruset vilket är vår främsta misstanke. Andra orsaker till artefakterna kan vara om en för stor leverbit lagts i formalinröret och det således har varit för lite vätska till storleken på leverbiten. Risker finns då att den inte blivit tillräckligt fixerad. En annan orsak kan vara om det har gått för lång tid från det att älgen skjutits till det att leverbiten lagts i formalin.

Begränsningar i undersökningen är bland annat att vi inte själva har tagit proverna ute i fält. De artefakter som en del av proverna visar hade kunnat undvikas om vi hade tagit proverna. Det skulle dock ha krävt resurser som vi i denna studie inte hade möjlighet till. Många av de uppgifter vi har om älgarna är uppgifter som jägarna har skrivit ner i protokollet och vi kan således inte kontrollera att det är korrekta uppgifter.

Trots att vi har hittat leverförfettning hos älgdjurar i samband med älgkornas brunst kan vi inte med säkerhet säga att det är älgdjurarnas beteende under brunsten som är orsaken till dessa leverförändringar. Flertalet av våra fynd kan dock stärka hypotesen men inte bevisa den. De resultat vi har kommit fram till är viktiga och föranleder framtida forskning inom området. Faktorer som skulle behöva undersökas ytterligare är klimatet, fodertillgång och älgstammens storlek för att komma fram till vilka faktorer som har betydelse för älgdjurens risk att utveckla en leverförfettning.

Alla älgar i studien har jagats på liknande sätt, det vill säga med löshunds jakt eller från pass. Aspekter som inte har belysts i studien är om jakten påverkar resultatet och i så fall på vilket sätt. Finns det skillnader i olika delar av landet med tanke på att älgjakten börjar efter brunsten i södra Sverige men innan brunsten i norra Sverige? Detta skulle vara intressant att jämföra i eventuella framtida studier.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Målet med studien har varit att påvisa om älgdjur i norra Sverige är drabbade av leverförfettning i samband med älgkornas brunstperiod i slutet på september.

Leverförfettning är ett tillstånd som innebär att fett lagras in i levern och kan orsaka sjukdom. Vanliga tecken på sjukdom som i första hand fås av leverförfettning är nedsatt aptit, nedsatt allmäntillstånd, avmagring och svaghet. Bakgrunden till varför man får en leverförfettning kan vara olika men exempelvis kan det bero på att ett djur äter en för stor andel kolhydrater som slutligen kommer lagras in i levern i form av fett. Det kan också bero på att kroppen kräver mer energi än vad djuret klarar av att få i sig och då istället bryter ner fett från olika fettdepåer i kroppen. Det leder till en ökad mängd fett i blodet som kommer att lagras in i levern.

I denna studie har vi undersökt älgdjur som är skjutna under älgjakten 2018. Det materialet som vi har undersökt har varit en leverbit, benmärgen i käken samt tänderna. Leverbiten har processats på SLU och undersökts under mikroskop i form av ett histologiskt snitt. Benmärgen har torkats och vägts för att undersöka hur stor andel fett den innehåller. Tänderna har använts för att åldersbestämma älgarna. Det gör man genom att sätta ett snitt i en kindtand och räkna de så kallade årsringarna som finns i tanden.

Vid förekomst av leverförfettning har vi försökt att hitta samband mellan ålder, kroppsstorlek och när i anslutning till brunsten de har skjutits. Hypotesen vi utgick ifrån var att den största riskgruppen för att drabbas av leverförfettning var stora vuxna älgdjur då de rör sig över stora områden samt minskar sitt foderintag vid sökandet efter en älgko i brunst. De löper också större risk för att utsättas för exempelvis stångskador då rivaliteten mellan de stora djuren ökar. Under studiens tid har vi funnit fyra av 45 älgar som av varierande grad har haft en leverförfettning. Det har varit vuxna, stora älgdjur med en stor hornuppsättning. Samtliga har skjutits i nära anslutning till brunstperioden, en precis före och tre precis efter. Vi har utöver leverförfettningen även påvisat hepatit hos sex av de provtagna älgarna. I studien har vi dock inte kunnat fastställa orsaken till att de älgarna har drabbats. Vi har inte kunnat bevisa några samband i studien vilket troligtvis beror på att provmaterialet har varit relativt litet.

Anledningen till att vi undersökt om leverförfettning uppstår under brunstperioden är för att älgdjur har påträffats i norra Sverige med misstanke om leverförfettning i nära anslutning till brunst. Älgen har sin brunstperiod under slutet av september och den pågår i ca tre veckor. Under denna period ökar älgdjuren i aktivitet för att hitta en hona att para sig med. De äter oftast mindre och förlorar i vikt. Det finns också risk för skador i samband med rivalitet från andra älgdjur. För att klara denna påfrestning är det viktigt att tjuren redan innan har ordentliga energireserver att ta av. Om den inte har det finns det risk att energi kommer tas från älgens fettdepåer, vilket ökar risken för leverförfettning.

REFERENSER

- Belovsky, G. E. (1978). Diet optimization in a generalist herbivore: the moose. *Theoretical Population Biology*, 14:105-134
- Bieghs, V. & Trautwein, C. (2013). The innate immune response during liver inflammation and metabolic disease. *Trends in Immunology*, 34(9):446-457
- Bobé, G. J. W. Young, & D. C. Beitz. 2004. Invited review: Pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87:3105–3124
- Boman, M., Mattsson, L., Ericsson, G., Kriström, B., (2011). Moose hunting values in Sweden now and two decades ago: the Swedish hunters revisited. *Environmental and Resource Economics*, 50:515–530
- Cadorniga-Valinõ, C., Grummer, R. R., Armentano, L. L., Donkin, S. S. & Bertics, S. J. (1997). Effects of fatty acids and hormones on fatty acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes. *Journal of Dairy Science*, 80:646–656.
- Center, S. A. (2005). Feline hepatic lipidosis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 35:225–269
- Collins, R. A. & Reid, I. M., 1980. A correlated biochemical and sterological study of periparturient fatty liver in the dairy cow. *Research in Veterinary Science*, 28, 373-376
- Christoffersson, S., Bengtsson, G., Karlsson, B. & Mörner, T. (2014). *Jägarskolan*. 8 uppl. Nyköping: Svenska Jägarförbundets Förlag
- Davidson, R. K., Ličina, T., Gorini, L., Milner & J. M. (2015). Endoparasites in a Norwegian moose (*Alces alces*) population – Faunal diversity, abundance and body condition. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 4:29–36
- Dijkstra, J., Forbes, J.M. & France, J. (2005). *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. 2nd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing
- Ducommun, D. & Pfister, K. 1991. Prevalence and distribution of *Dicrocoelium dendriticum* and *Fasciola hepatica* infections in cattle in Switzerland. *Parasitology Research*, 77:364–366
- Wallin, K., Cederlund, G. & Pehrson, Å. (1996). Predicting body mass from chest circumference in moose *Alces alces*. *Wildlife Biology*, 2:53-58
- Gaillard, J.-M., Festa-Bianchet, M., Yoccoz, N., Loison, A. & Toigo, C. (2000). Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31:367–393
- Goodman Z. G. (2007). Grading and staging systems for inflammation and fibrosis in chronic liver diseases. *Journal of Hepatology*, 47:598-607
- Goss, R. J. (1983). *Deer Antlers, Regeneration, Function and Evolution*. Academic Press.
- Gross, J. & Schwarz, F. J. (2013). Liver fat content and lipid metabolism in dairy cows during early lactation and during a mid-lactation feed restriction. *Journal of Dairy Science*, 96:5008-5017
- Grandi, G., Uhlhorn, H., Ågren, E., Mörner, T., Righi, F., Osterman-Lind, E. & Neimanis, A. (2018). Gastrointestinal parasitic infections in dead or debilitated moose (*Alces alces*) in Sweden. *Journal of Wildlife Diseases*, 54(1):165–169
- Herd, T. H. Wensing, T., Haagsman, H. P., van Golde, L. M. G. & Breukink, H. J. (1988). Hepatic triacylglycerol synthesis during a period of fatty liver development in sheep. *Journal of Animal Science*, 66(8):1997–2013
- Herd, T. (2000). Ruminant adaption to negative energy balance – influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Metabolic Disorders of Ruminants*, 16(2):215-230

- Jaktrapport (2019). *Horn på fällt vilt*. https://jaktrapport.se/statistik/_taggar.asp [Hämtat 2019-12-11. Kl 15.00]
- Jubb, K. V. F., Kennedy, P. C. & Palmer, N. (2007). *Pathology of Domestic Animals*. 5 uppl. San Diego: Academic Press
- Laaksonen, S. & Oksanen, A. (2009). Status and review of the vector-borne nematode *Setaria tundra* in Finnish cervids. *Alces*, 45:81-84
- Lin, J., Karlsson, M., Olofson, A-S., Belák, S., Malmsten, J., Dalin, A-M., Widén, F. & Norder, H. (2015). High prevalence of hepatitis E virus in Swedish moose – A phylogenetic characterization and comparison of the virus from different regions. *PLoSOne*, doi:10.1371/journal.pone.0122102
- Loften, J. R., Linn, J. G., Drackley, J. K., Jenkins, T. C., Söderholm, C. G. & Kertz, A. F. (2014). Invited review: palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97:4661-74
- Lunstra, D. D., Ford, J. J. & Echternkamp, S. E. (1978). Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *Journal of Animal Science*, 46:1054–1062
- Meeusen, E. N. T. & Balic, A. (2000). Do eosinophils have a role in the killing of helminth parasites? *Parasitology Today*, 16(3):95-101
- Mysterud, A., Solberg, E. J. & Yoccoz, N. G. (2005). Ageing and reproductive effort in male moose under variable levels of intrasexual competition. *Journal of Animal Ecology*, 74:742–754
- Mysterud, A., Langvatn, R. & Stenseth, N. C. (2004). Patterns of reproductive effort in male ungulates. *Journal of Zoology (London)*, 264:209-215
- Naturvårdsverket (2020). *Jaktkort och jägarexamen, Antal lösta jaktkort*. <http://www.naturvardsverket.se/Var-natur/Jakt/Jaktkort-och-jagarexamen/> [Hämtat 2020-01-08. Kl 19.05]
- Owen-Smith, N. (1993) Age, size, dominance and reproduction among male kudus: mating enhancement by attrition of rivals. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32:177–184
- Peterson, R. O., Allen, D. L. & Dietz, J. M. (1982). Depletion of bone marrow fat in moose and a correction for dehydration. *The Journal of Wildlife Management*, 46(2):547–551
- Schotman, A. J. H. & Wagenaar, G. (1969). Hyperlipemia in ponies. *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A*, 16(1):1-7
- Schwartz, C. C. (2007). Reproduction, natality and growth. In: Schwartz, C. C., Franzmann, A. W., McCabe, R. E. (Eds.), *Ecology and Management of the North American Moose*, 2nd ed. University Press of Colorado, Boulder, pp. 141–172
- Smith, B. P. (1990). *Large Animal Internal Medicine*. St. Louis: Mosby
- Solberg, E. J. & Sæther, B. E. (1994). Male traits as life-history variables: annual variation in body mass and antler size in moose (*Alces alces*). *Journal of Mammalogy*, 75:1069–1079.
- Stockdale, C. R. (2001). Body condition at calving and the performance of dairy cows in early lactation under Australian conditions: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41:823–839
- Svenska Jägareförbundet (2020). *Viltdata: Statistik, avskjutning-älg-nationellt-jaktår 2018/2019*. <https://rapport.viltdata.se/statistik/> [Hämtat 2020-01-08. Kl 19.00]
- Wang, Y., Goulart, R. A. & Pantanowitz, L. (2010). Oil red o staining in cytopathology. *Diagnostic Cytopathology*, 39(4):272-273

- Wolfe, M. L. (1969). Age determination in moose from cemental layers of molar teeth. *The Journal of Wildlife Management*, 33(2):428-431
- Zachary, J. F. & McGawin, M. D. (2012). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. 5th ed. St. Louis, Elsevier
- Zomborszky, Z. & Husvéth, F. (2000). Liver total lipids and fatty acid composition of shot red and fallow deer males in various reproduction periods. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A*, 126:107-114